

Paulo Marcelino¹
Alexandra Borba²
Ana Paula Fernandes¹
Susan Marum¹
Nuno Germano³
Mário G Lopes⁴

Avaliação não invasiva da pressão venosa central por ecocardiografia em cuidados intensivos – Particularidades nos doentes com dilatação do ventrículo direito e exacerbação de doença pulmonar crónica

Non invasive evaluation of central venous pressure using echocardiography in the intensive care – Specific features of patients with right ventricular enlargement and chronic exacerbated pulmonary disease

Recebido para publicação/received for publication: 06.07.19

Aceite para publicação/accepted for publication: 06.08.29

Resumo

Objetivos: Determinar a possibilidade de avaliação não invasiva da pressão venosa central (PVC) através da análise da veia cava inferior (VCI), obtida por ecocardiografia transtorácica (ETT).

Desenho: Estudo prospetivo com 3 anos de duração.

Local: Unidade de Cuidados Intensivos Polivalente (UCIP) de 16 camas.

Métodos: Estudados doentes admitidos numa UCIP nos quais se avaliou a PVC em simultâneo com exame ETT que, para além da visualização da VCI, consistiu na obtenção da dimensão das cavidades cardíacas e função sistólica

Abstract

Objectives: To determine the possibility of non-invasive estimation of central venous pressure (CVP) through inferior vena cava (IVC) analysis, using trans-thoracic echocardiography (TTE).

Design: A prospective 3-year study.

Setting: A 16-bed medical/surgical Intensive Care Unit (ICU).

Methods: Patients admitted to the ICU were enrolled. CVP measurement and TTE (determining cardiac chambers dimension and left ventricular shortening fraction) with IVC analysis (maximum dimension and

¹ Assistente Hospitalar de Medicina Interna, subespecialista de Medicina Intensiva / Hospital Assistant, Internal Medicine, sub-speciality Intensive Medicine

² Interna do Internato Complementar de Pneumologia / Intern, Complementary Internship, Pulmonology

³ Assistente Eventual de Medicina Interna / Future Assistant, Internal Medicine

⁴ Professor Agregado da Faculdade de Medicina de Lisboa, chefe de Serviço de Cardiologia, director do Serviço de Cardiologia do Hospital de Santa Maria, Lisboa / Institute Professor, Lisbon University School of Medicine, Head, Cardiology Unit, Director, Cardiology Unit, Hospital de Santa Maria, Lisbon

Proveniência / Study undertaken at: Hospital de Curry Cabral, Unidade de Cuidados Intensivos e Centro de Cardiologia da Universidade de Lisboa (CCUL) / Intensive Care Unit, Hospital de Curry Cabral and Cardiology Unit, Universidade de Lisboa (CCUL)

Correspondência/Correspondence to: Paulo Marcelino
Hospital de Curry Cabral, Unidade de Cuidados Intensivos
Rua da Beneficência, 8
1069-166 Lisboa, Portugal
e-mail: pmarcelino@fm.ul.pt

do ventrículo esquerdo. Para a correlação foram utilizados testes estatísticos paramétricos e não paramétricos.

Resultados: Admitidos 560 doentes com registo simultâneo de PVC e ETT e incluídos 477 doentes em que foi possível visualizar a VCI, com idade média de $62,6 \pm 17,3$ anos, média de internamento de $11,9 \pm 18,7$ dias, um índice APACHE II médio de $23,9 \pm 8,9$ e SAPS II médio de $55,7 \pm 20,4$. Por análise de regressão linear verificou-se uma relação entre a PVC e a dimensão máxima da VCI ($p=0,013$), o índice da VCI ($p=0,001$) e a presença de ventilação mecânica ($p=0,002$). A correlação linear entre a PVC e a dimensão máxima da VCI e respectivo índice foi de 0,34 e 0,44. Por teste de qui-quadrado, verificou-se uma relação estatisticamente significativa entre os seguintes intervalos de valores: índice da VCI $<25\%$ e PVC $>13\text{mmHg}$; índice da VCI entre 26 e 50% e PVC entre 8 e 12mmHg ; índice da VCI $>51\%$ e PVC $>7\text{mmHg}$; dimensão máxima da VCI $>20\text{mm}$ e PVC $>13\text{mmHg}$; dimensão máxima da VCI $>10\text{mm}$ e PVC $>7\text{mmHg}$. Nos doentes com dilatação do ventrículo direito (VD) observou-se uma relação mais fraca entre a PVC $<7\text{mmHg}$ e a dimensão máxima da VCI $<10\text{mm}$; nos doentes admitidos por exacerbação de doença pulmonar crónica verificou-se uma correlação fraca entre a PVC $<7\text{mmHg}$ e o índice da VCI $>50\%$. A dimensão máxima da VCI, mas não o seu índice, correlacionou-se com a dilatação do VD e AD.

Conclusões: A análise da VCI por ETT revelou-se útil na avaliação qualitativa da PVC em doentes admitidos numa UCIP. Em doentes com dilatação do VD e admitidos por exacerbação de doença pulmonar crónica, os métodos avaliados não foram fidedignos para valores baixos de PVC. A dilatação da VCI traduz melhor a cronicidade da doença, enquanto o índice da VCI reflecte melhor o estado de volemia.

Rev Port Pneumol 2006; XII (6): 637-658

Palavras-chave: Pressão venosa central, ecocardiografia, cuidados intensivos, doença pulmonar crónica.

IVC index) were performed simultaneously. Parametric and non-parametric statistical analysis was performed to establish correlations between variables.

Results: 560 patients were admitted to the study, including 477 in whom IVC was analysed, aging 62.2 ± 17.3 years, a mean ICU stay 11.9 ± 18.7 days, a APACHE II score 23.9 ± 8.9 and a SAPS II score 55.7 ± 20.4 . Through linear regression analysis CVP was influenced by IVC index ($p=0.001$), IVC maximum dimension ($p=0.013$) and presence of mechanical ventilation ($p=0.002$). A statistically significant correlation was found between the following parameters: an IVC index $<25\%$ and a CVP $>13\text{mmHg}$; an IVC index and a CVP $26\%-50\%$; an IVC index $>51\%$ and CVP $<7\text{mmHg}$; an IVC maximum dimension $>20\text{mm}$ and a CVP $>13\text{mmHg}$; an IVC maximum dimension $<10\text{mm}$ and CVP $<7\text{mmHg}$. Patients with right ventricle enlargement presented a lack of agreement between IVC maximum dimension and CVP $>7\text{mmHg}$ was observed, and in patients with chronic respiratory failure (who presented a high prevalence of right ventricular enlargement) a lack of agreement between IVC index $>50\%$ and CVP $<7\text{mmHg}$ was also observed.

Conclusions: IVC analysis is a possible way to non-invasively estimate CVP in a medical/surgical ICU. However, patients with right ventricular enlargement and admitted with chronic respiratory failure present a lack of agreement between IVC parameters and low values of CVP. IVC dimension is a marker of chronic disease and IVC index correlated better with CVP.

Rev Port Pneumol 2006; XII (6): 637-658

Key-words: Echocardiography, intensive care, central venous pressure, inferior vena cava, chronic respiratory failure.

Introdução

A aferição do estado de volemia é um passo importante na avaliação de qualquer doente, em particular em cuidados intensivos (UCI). De entre os parâmetros habitualmente utilizados na aferição da volemia destaca-se talvez a pressão venosa central (PVC), pela frequência com que é utilizada, quer em UCI quer noutros locais. Embora durante algum tempo preterida face à utilização da pressão de encravamento da artéria pulmonar^{1,2}, recentemente diversos ensaios clínicos referem-se a este parâmetro como indicador de volemia, atribuindo-lhe mesmo valores-alvo durante a fluidoterapia^{3,4}, ou documentando o mesmo valor prognóstico relativamente a outros parâmetros invasivos⁵.

O exame ecocardiográfico pode ser utilizado como técnica não invasiva de obtenção de parâmetros hemodinâmicos⁶, entre os quais a PVC. A relação das características da veia cava inferior (VCI) e a PVC foram estabelecidas há mais de 20 anos^{7,8}. Estes trabalhos originais verificaram que doenças que afectam o coração direito podem ser identificadas pelas repercussões nesta estrutura vascular. Por outro lado, os trabalhos realizados em doentes sujeitos a hemodiálise permitiram estabelecer uma ligação entre as características da VCI e a volemia intravascular, possibilitando a avaliação do “peso seco” por variáveis derivadas da análise da VCI⁹⁻¹².

A análise da cinética respiratória da VCI permite uma análise aproximada do retorno venoso e da resistência encontrada pelo sangue ao entrar na aurícula direita, havendo mesmo alguns autores que lhe chamam *Starling resistor*¹³.

Em cuidados intensivos a importância deste parâmetro tem sido subestimada. Um estudo de Jue e col¹⁴ não conseguiu correlacio-

Introduction

Measuring volemia is a crucial step in assessing the state of health of a patient, particularly a patient in an intensive care unit (ICU). Central venous pressure (CVP) is one of the methods frequently used to measure volemia, both in ICU and in other locations. It lost ground to the use of pulmonary artery occlusion pressure for a while^{1,2}, but several recent different clinical trials have referred to it as a test indicative of volemia. They attribute the same target-values to it as to fluid therapy^{3,4}, or show this technique has the same weight in prognosis as other invasive procedures⁵.

Echocardiography can be used as a non-invasive technique to obtain haemodynamic parameters⁶, one of which is CVP. The relationship between the inferior vena cava (IVC) and the CVP was established over 20 years ago^{7,8}. These original studies show that diseases which affect the right heart can be identified by the repercussions in this vascular structure. On the other hand, the work undertaken on haemodialysis patients has allowed a link to be forged between IVC characteristics and intravascular volemia. This has made it possible to measure the dry weight by variables derived from the analysis of the IVC⁹⁻¹².

Analysing the IVC's respiratory kinetics allows a close analysis to be made of the venous return and the resistance met by the blood entering the right auricular. Some authors call this the “starling resistor”¹³.

The importance of this parameter has been underestimated in intensive care units. In their study, Jue *et al*¹⁴ were unable to corre-

A aferição do estado de volemia é um passo importante na avaliação de qualquer doente

O exame ecocardiográfico pode ser utilizado como técnica não invasiva de obtenção de parâmetros hemodinâmicos

Colocámos como hipótese a possibilidade de aferir a PVC de forma não invasiva por ecocardiografia transtorácica

nar as variáveis da VCI com a PVC num conjunto de 49 doentes ventilados, lançando legítima dúvida sobre esta avaliação neste contexto particular.

No presente trabalho colocámos como hipótese a possibilidade de aferir a PVC de forma não invasiva por ecocardiografia transtorácica (ETT) numa UCIP, através da análise da VCI. Pretendeu-se analisar a influência de outros parâmetros ecocardiográficos e clínicos na PVC, de forma a avaliar o impacto da ETT no contexto da avaliação hemodinâmica não invasiva.

Material e métodos

Doentes

Foram incluídos os doentes com medições da PVC medida por cateterização venosa central em locais adequados (cateteres venosos centrais jugulares ou subclávios, n=560) e sujeitos a exames ecocardiográficos nas primeiras 24 horas de admissão. O estudo iniciou-se em Agosto de 2002 e terminou em Dezembro de 2005.

Para caracterização clínica e demográfica dos doentes foram considerados os seguintes parâmetros: Idade, sexo, tempo de internamento na UCI, mortalidade, pressão arterial média, frequência cardíaca e índices de gravidade APACHE II e SAPS II e os grupos de diagnóstico mais representativos. Os diagnósticos dos doentes foram definidos prospectivamente, respeitando as patologias referentes a órgãos e sistemas de órgãos ou com número de doentes representativo.

Ecocardiografia

As variáveis ecocardiográficas consideradas para análise foram: Determinação da dimensão do ventrículo esquerdo (VE),

late the ICV variables with the CVP in a population of 49 patients on ventilation, casting a real doubt on this evaluation in this specific context.

In this work we postulate the hypothesis of measuring the CVP non-invasively by transthoracic echocardiography (TTE) in a Portuguese intensive care unit via IVC analysis. We aimed to analyse the impact of other echocardiographic and clinical parameters on the IVC as a way of evaluating the impact of TTE as part of a non-invasive haemodynamic evaluation.

Methods

Patients

The study population comprised patients whose CVP was measured via central venous catheters which are suitably located (jugular or subclavian central venous catheters n=560). The subjects had also undergone an echocardiographic exam in the first 24 hours following admission. The study ran from August 2002-December 2005.

The following parameters were used to characterise the patients' clinical and demographic profile: age, gender, length of ICU hospitalisation, mortality, median arterial pressure, cardiac rate and APACHE II and SAPS II severity indexes and the most representative diagnostic groups. The patients' diagnostics were defined prospectively, following the pathologies referent to the organs and organ systems or with a representative patient number.

Echocardiography

The echocardiograph variables taken into account for analysis were: measurement of the diameter of the left ventricle (LV),

aurícula esquerda e ventrículo direito (VD) em incidência paraesternal eixo longo; determinação da função sistólica do ventrículo esquerdo, avaliada de acordo com a fracção de encurtamento em modo M, em incidência paraesternal eixo longo, com o cursor ao nível das pontas da válvula mitral, avaliação da distância e-septo; determinação do gradiente de regurgitação tricúspide em incidência apical 4 câmaras utilizando o Doppler contínuo; avaliação da VCI em incidência subcostal, a cerca de 2 cm da aurícula direita, com determinação da dimensão máxima e dimensão mínima e índice da VCI (dimensão máxima – dimensão mínima x 100/dimensão máxima), em modo M e ajustada por avaliação bidimensional; determinação da relação E/A do fluxo transvalvular mitral nos doentes em ritmo sinusal, utilizando o Doppler pulsado, com o cursor localizado na câmara de entrada do VE e o tempo de relaxamento isovolumétrico (TRIV), igualmente por Doppler pulsado, com o cursor entre a válvula mitral e o tracto de saída do VE, de modo a captar o fluxo de entrada e de saída e determinando o tempo entre o fim do fluxo de saída do VE e o início da onda E do fluxo transvalvular mitral.

Nas seguintes condições considerou-se dilatação das cavidades cardíacas: VE com dimensão telediastólica > 32mm/m², aurícula esquerda > 22mm/m² e VD > 14mm/m². A área corporal foi calculada pela fórmula de Jacobson¹⁵. Uma fracção de encurtamento do VE <30% foi considerada como disfunção sistólica. A presença de alteração das dimensões das cavidades ou da fracção de encurtamento do VE foi valorizada como alteração cardíaca.

left auricular and right ventricle (RV) in parasternal long-axis view; determining the systolic function of the left ventricle, evaluated in accordance with the M-mode shortening fraction, in parasternal long-axis view, with the cursor at the level of the mitral valve points, evaluation of the left septal distance; determination of the tricuspid regurgitation gradient in apical 4-chamber incidence using continuous Doppler; evaluation of the IVC in subcostal incidence, approx. 2 cm from the right auricular, with measurement of the maximum and minimum diameter and IVC index (maximum diameter – minimum diameter x 100/maximum diameter), in M mode and adjusted for bidimensional evaluation; calculating the relationship between the E/A of the mitral transvalvular flow for the patients with sinusal rhythm, using Doppler pulse, with the cursor at the level of the LV entrance chamber and the isovolumetric relaxation time (TRIV), by Doppler pulse, with the cursor between the mitral valve and the LV exit tract to capture the entrance and exit flow and measure the time between the entrance and exit flow of the LV and the beginning of the E wave of the mitral transvalvular flow.

The following are taken as enlargement of the cardiac cavities: LV with telediastolic diameter > 32mm/m², left auricular > 22mm/m² and RV > 14mm/m². The corporal areas was calculated using the Jacobson formula¹⁵. A shortening fraction of the LV <30% was taken as systolic dysfunction. Alteration in the diameters of the cavities or the shortening fraction of the LV was taken as cardiac modification.

Medições invasivas

A PVC foi medida com o doente em decúbito dorsal logo após a realização do ecocardiograma transtorácico e registada de forma independente de forma que o ecocardiografista não tivesse conhecimento do seu valor. Para o efeito foram utilizados monitores AGILENT 2001, através de um transdutor de pressão ligado ao lúmen distal do cateter, previamente aferido à pressão zero atmosférica. A PAM e a FC foram registadas no mesmo monitor no início da realização do exame ecocardiográfico.

Análise estatística

A estatística descritiva consistiu na obtenção de médias e desvio-padrão para cada uma das variáveis.

As diferenças entre os grupos das variáveis estudadas foram analisadas com o teste *t* de *student*, recorrendo ao teste de Mann-Whitney sempre que a distribuição normal não foi encontrada.

As variáveis ecocardiográficas estudadas (dimensões das cavidades, presença de disfunção sistólica, dimensão máxima e índice da veia cava inferior) foram estudadas de acordo com a sua influência no valor de PVC. Para estabelecer a influência sobre a PVC, realizou-se uma análise de regressão linear com a variável numérica PVC como variável dependente na modalidade *stepwise backward*. A análise de correlação entre as variáveis e a PVC foi efectuada através de testes de correlação linear e do teste não paramétrico de qui-quadrado.

Foi considerado significativo um valor de $p > 0,05$ para um intervalo de confiança de 95% e um valor de $r > 0,85$ na correlação de Pearson.

Invasive evaluations

CVP was measured with a patient prone on his/her back immediately following the transthoracic echocardiogram. It was registered separately from the echocardiogram so that the echocardiologist did not know the CVP result. AGILENT 2001 monitors were used, via a pressure transducer connected to the distal lumen of the catheter which had been previously set to zero atmospheric pressure. The PAM and the FC were registered on the same monitor at the beginning of the echocardiograph exam.

Statistical analysis

The statistical description was the obtaining of the medians and standard deviation for each of the variables.

The Student "T" test was used to analyse the differences between the groups of variables studied. The Mann-Whitney test was used whenever a non-normal distribution occurred.

The echocardiograph variables studied (cavity diameters, presence of systolic dysfunction, maximum diameter and index of the inferior vena cava) were studied according to their influence on the CVP. To establish the influence on the CVP, a linear regression with a numerically variable CVP as a variable dependant on the stepwise backward procedure was used.

Linear correction tests and the chi-squared non-parametric test were used to analyse the correlations between the variables and the CVP.

A value of $p > 0.05$ for a 95% confidence interval and a value of $r > 0.85$ in the Pearson correlation were considered statistically significant.

Resultados

Doentes

Do total de doentes admissíveis (n= 560) foram incluídos no estudo 477, em que a VCI foi visualizada (impossibilidade de visualização de 14,8%). Dos doentes em que a veia cava inferior não foi visualizada, 69 eram do foro cirúrgico, 29 dos quais em pós-operatório de transplante hepático, e 24 do foro médico.

Os doentes incluídos apresentaram uma idade média de 62,2 anos, 11,9 dias de internamento, índice APACHE II de 23,6, SAPS II de 55,9 e mortalidade de 30,1 %. Cento e trinta e três doentes encontravam-se em ventilação espontânea e 344 mecanicamente ventilados no momento da obtenção das variáveis (Quadro I).

O principal grupo diagnóstico está representado pelos doentes com infecção ou sépsis, seguido dos doentes com patologia respira-

Results

Patients

From the total number of admissible patients (n= 560) 477 took part in the study, having their IVC visualised. It was impossible to visualise in 14.8%. Of the patients whose inferior vena cava was not visualised, 69 had undergone surgery with 29 of these being liver transplant post-op, and 24 were under medical care.

The patients had a median age of 62.2 years of age, had been admitted to hospital for an average of 11.9 days, had APACHE II indexes of 23.6, SAPS II indexes of 55.9 and a mortality rate of 30.1 %. One hundred and thirty three patients had spontaneous ventilation and 344 were on mechanical ventilation when the variables were measured (Table I). The main group diagnosed was made up of patients with infections or sepsis. The next group was patients with respiratory patho-

Quadro I – Características globais dos doentes estudados (n=477)

Parâmetro	Valor
Sexo masculino (n)	299
Idade (anos)	62,6 ± 17,3
PAM (mmHg)	77,8 ± 21,6
FC (bpm)	100,2 ± 20,1
Dias de internamento	11,9 ± 18,7
Mortalidade (n e %)	144 (30,1%)
APACHE II	23,9 ± 8,9
SAPS II	55,7 ± 20,4
TISS	29,1 ± 11,1
PVC (mmHg)	10,8 ± 5
VCI _{max} (mm)	16,5 ± 4,9
VCI _i (%)	28,4 ± 24,2

Table I – Global characteristics of the patient population (n=477)

Parameter	Value
Male gender (n)	299
Age (years)	62.6 ± 17.3
PAM (mmHg)	77.8 ± 21.6
FC (bpm)	100.2 ± 20.1
Length of hospital admission	11.9 ± 18.7
Mortality (n e %)	144 (30.1%)
APACHE II	23.9 ± 8.9
SAPS II	55.7 ± 20.4
TISS	29.1 ± 11.1
CVP (mmHg)	10.8 ± 5
maxIVC (mm)	16.5 ± 4.9
IVCi (%)	28.4 ± 24.2

AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO VENOSA CENTRAL POR ECOCARDIOGRAFIA EM CUIDADOS INTENSIVOS – PARTICULARIDADES NOS DOENTES COM DILATAÇÃO DO VENTRÍCULO DIREITO E EXACERBAÇÃO DE DOENÇA PULMONAR CRÓNICA

Paulo Marcelino, Alexandra Borba, Ana Paula Fernandes, Susan Marum, Nuno Germano, Mário G Lopes

Quadro II – Distribuição de acordo com os principais grupos diagnósticos

Grupo diagnóstico	N e %
Doença do tracto respiratório	56 (11,7)
Exacerbação de insuficiência respiratória crónica	63 (13,2%)
Doença cardiovascular	62 (12,9%)
Doença do tracto urinário	15 (3,1%)
Doença gastrointestinal	37 (7,7%)
Doença neurológica	12 (2,5%)
Doenças infecciosas ou sépsis	71 (14,9%)
Doenças cirúrgicas	82 (17,2%)
Transplante hepático	51 (10,7%)
Outros	38 (7,9%)
Total	477

Table II – Distribution of the agreement with the main diagnosed groups

Diagnosed group	N e %
Respiratory tract disease	56 (11.7)
Worsening of chronic respiratory insufficiency	63 (13.2%)
Cardiovascular disease	62 (12.9%)
Urinary tract disease	15 (3.1%)
Gastrointestinal disease	37 (7.7%)
Neurological disease	12 (2.5%)
Infectious disease or sepsis	71 (14.9%)
Surgical diseases	82 (17.2%)
Liver transplant	51 (10.7%)
Other	38 (7.9%)
Total	477

tória, em particular os admitidos por exacerbação de doença pulmonar crónica (Quadro II), situação clínica por nós definida previamente^{16,17}.

Do total de doentes, registou-se pelo menos 1 alteração cardíaca em 209 (44,1%): 157 com depressão da função sistólica do VE, 67 com dilatação do VE, 106 com dilatação da AE, 78 com dilatação do VD.

Correlações entre variáveis ecocardiográficas e a PVC

A análise de regressão linear com as variáveis ecocardiográficas estudadas, admitindo a PVC como variável dependente, revelou uma relação com significado estatístico com a dimensão máxima da VCI ($p=0,013$) e respectivo índice ($p=0,001$). A análise de correlação linear entre a dimensão máxima da VCI e a PVC revelou valores de r de 0,338 e 0,441 respectivamente (Figs. 1 e 2).

logy, in particular patients admitted to hospital due to worsening of chronic pulmonary disease (Table II), clinical situation previously established by us^{16,17}.

Out of the total patient population, there was at least 1 cardiac change registered out of 209 (44.1%): 157 with depression of the systolic function of the LV, 106 with enlargement of the LA and 78 with enlargement of the RV.

Correlation between echocardiograph variables and the CVP

Analysing the linear regression with the echocardiographic variables studied, considering the CVP as a dependant variable, showed a statistically significant relation between the maximum diameter of the ICV ($p=0.013$) and the respective index ($p=0.001$). Analysing the linear correlation between the maximum diameter of the ICV and the ICV index with the CVP showed r values of 0.338 and 0.441 respectively (Figs. 1 and 2).

AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO VENOSA CENTRAL POR ECOCARDIOGRAFIA EM CUIDADOS INTENSIVOS – PARTICULARIDADES NOS DOENTES COM DILATAÇÃO DO VENTRÍCULO DIREITO E EXACERBAÇÃO DE DOENÇA PULMONAR CRÓNICA

Paulo Marcelino, Alexandra Borba, Ana Paula Fernandes, Susan Marum, Nuno Germano, Mário G Lopes

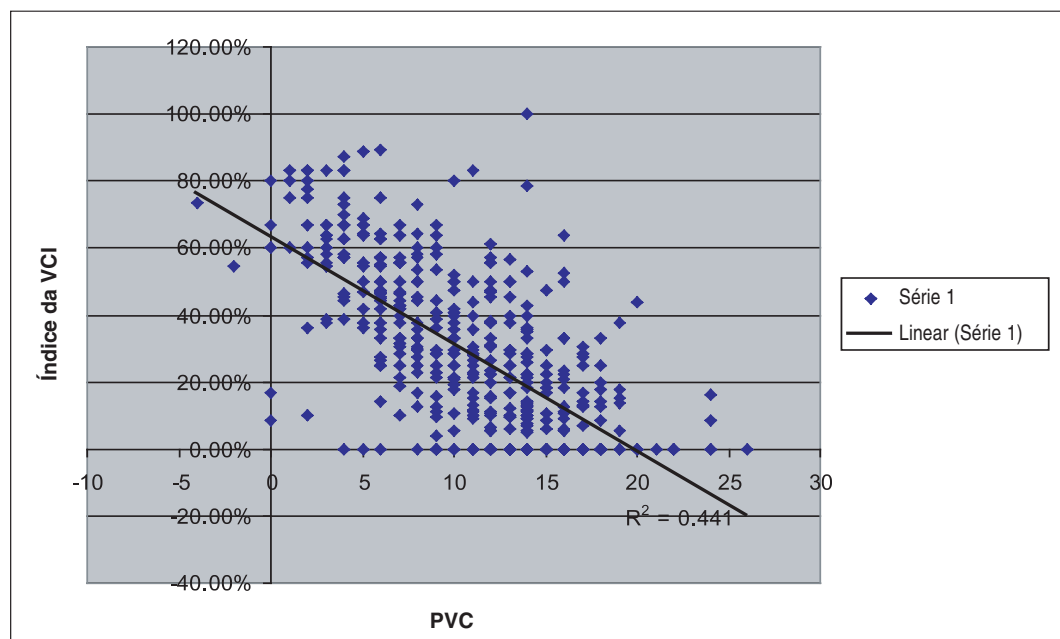


Fig. 1 – Gráfico de dispersão da correlação entre o índice da VCI e a PVC

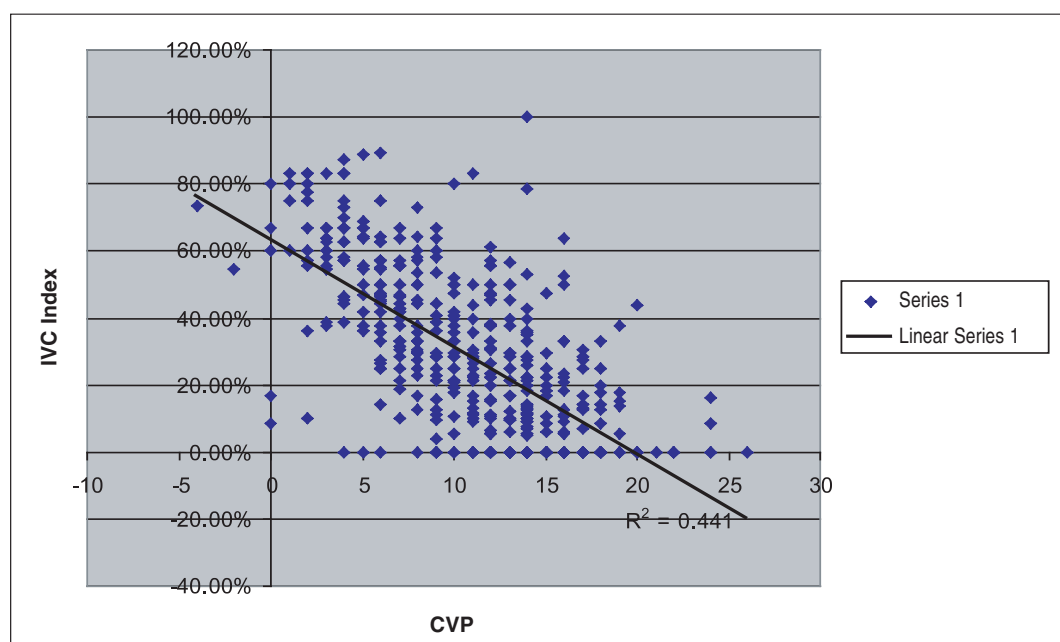


Fig. 1 – Graph of the dispersal of the correlation between the IVC index and the CVP

AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO VENOSA CENTRAL POR ECOCARDIOGRAFIA
EM CUIDADOS INTENSIVOS – PARTICULARIDADES NOS DOENTES COM DILATAÇÃO
DO VENTRÍCULO DIREITO E EXACERBAÇÃO DE DOENÇA PULMONAR CRÓNICA

Paulo Marcelino, Alexandra Borba, Ana Paula Fernandes, Susan Marum, Nuno Germano, Mário G Lopes

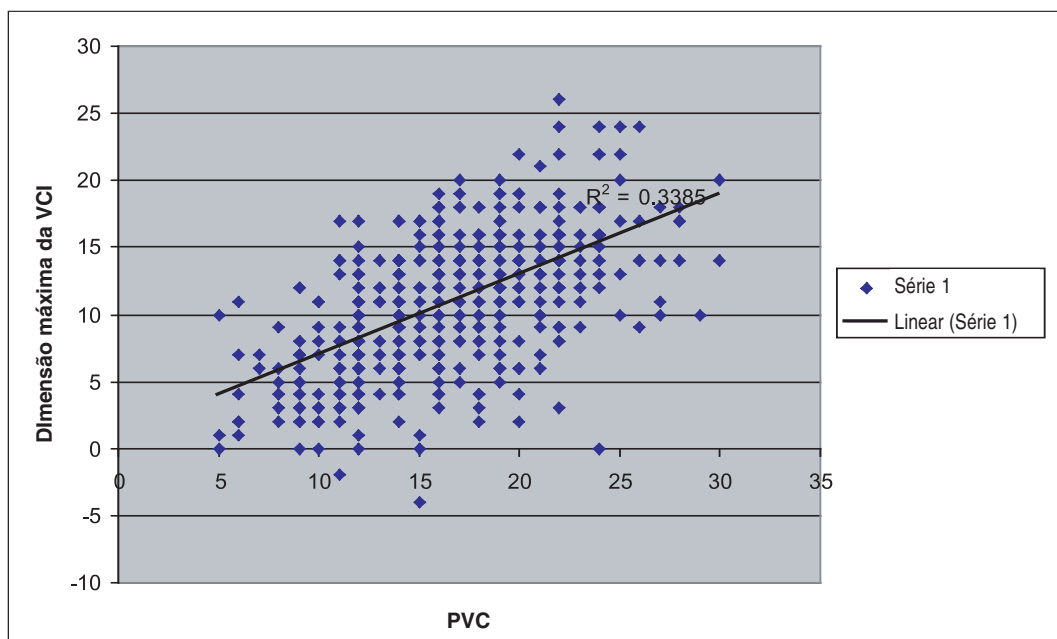


Fig. 2 – Gráfico de dispersão da correlação entre a dimensão máxima da VCI e a PVC

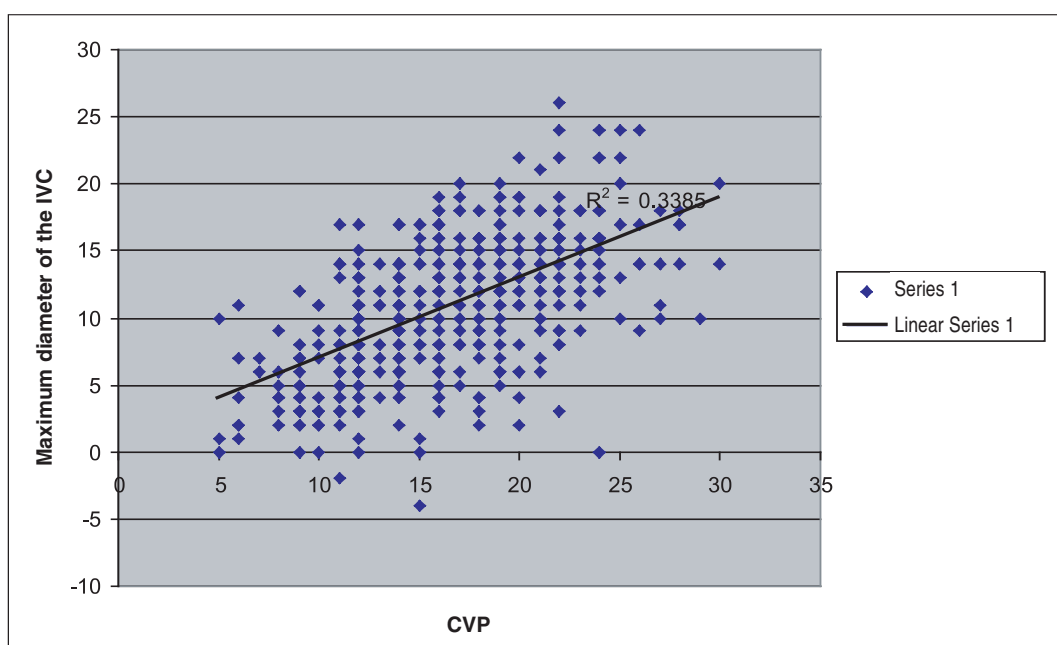


Fig. 2 – Graph of the dispersal of the correlation between the maximum diameter of the IVC and the CVP

A presença de ventilação mecânica influenciou igualmente a PVC ($p=0,002$) e obtiveram-se correlações fortes mas sem significado estatístico entre a PVC e a dimensão do VD ($p=0,071$) e da AD ($p=0,099$).

Correlação entre a PVC e o índice da VCI

Para efeitos de análise comparativa por teste não paramétrico de qui-quadrado, a variável PVC foi categorizada em 3 variáveis: Inferior a 7mmHg, entre 8 e 12mmHg e superior a 13mmHg; o índice da VCI foi dividido em 3 variáveis categóricas: De 0% a 25%, de 26% a 50% e superior a 51%. A análise do conjunto dos doentes mostrou que 111 doentes (23,2%) apresentava um índice inferior a 25%, 139 (29,1%) um índice entre 26 e 50% e 225 (47,2%) um índice superior a 51%. No Quadro III mostra-se a análise de frequência entre os valores categorizados de PVC o e índice da VCI.

Mechanical ventilation also influenced the CVP ($p=0.002$) and allowed for stronger – but not statistically significant – correlations between the CVP and the diameter of the RV ($p=0.071$) and the RA ($p=0.099$).

Correlation between the CVP and the IVC index

To use the comparative analysis of the non-parametric chi-squared test, the variable CVP was categorised under 3 variables: below 7mmHg, between 8 and 12mmHg and above 13mmHg and the IVC index was divided into 3 categorical variables: from 0% – 25%, from 26% – 50% and over 51%. Analysing the set of patients showed that 111 patients (23.2%) had an index below 25%, 139 (29.1%) had an index between 26 and 50% and 225 (47.2%) had an index over 51%. Table III shows the analysis of the frequency between the categorisable CVP values and the IVC index.

Quadro III – Valores médios de diversos parâmetros de acordo com o índice da veia cava inferior

	Doentes com índice da VCI < 25% (n=225)	Doentes com índice da VCI entre 26% e 50% (n=139)	Doentes com índice da VCI > 51% (n=111)	Valor de p
VCI max (mm, média e dp)	19,1 ± 4	15,3 ± 4,1	12,7 ± 4,4	<0,001
PVC (mmHg, média e dp)	13,9 ± 4	9,8 ± 3,6	6 ± 4	<0,001

Legenda: VCI – veia cava inferior; VCI_{max} – dimensão máxima da veia cava inferior; PVC – pressão venosa central; mmHg – milímetros de mercúrio.

Table III – Median values of the various parameters in agreement with the inferior venous cava index

	Patients with IVC index < 25% (n=225)	Patients with IVC index < 25% (n=139)	Patients with IVC index > 51% (n=111)	p value
Max IVC (mm, mean and sd)	19.1 ± 4	15.3 ± 4.1	12.7 ± 4.4	<0.001
CVP (mmHg, mean and sd)	13.9 ± 4	9.8 ± 3,6	6 ± 4	<0.001

Legend: IVC – inferior vena cava; maxIVC – maximum diameter of inferior vena cava; CVP – central venous pressure; mmHg – millimeters of mercury.

AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO VENOSA CENTRAL POR ECOCARDIOGRAFIA EM CUIDADOS INTENSIVOS – PARTICULARIDADES NOS DOENTES COM DILATAÇÃO DO VENTRÍCULO DIREITO E EXACERBAÇÃO DE DOENÇA PULMONAR CRÔNICA

Paulo Marcelino, Alexandra Borba, Ana Paula Fernandes, Susan Marum, Nuno Germano, Mário G Lopes

Na análise das duas variáveis categóricas, PVC e índice da VCI, pelo teste de qui-quadrado, obteve-se um valor de $p < 0,001$; para um valor de r do teste de correlação de Pearson foi de 0,565, a correlação de Spearman de 0,592. Esta correlação é apresentada em forma de gráfico de dispersão na Fig. 3 para a generalidade dos doentes. Nesta figura observa-se que alguns doentes com índices da VCI elevados apresentam PVC igualmente elevadas.

Dada a influência da ventilação mecânica e da dimensão do VD na PVC verificaram-se as correlações entre estes 2 parâmetros nestes 2 grupos de doentes (Quadro IV). Verificou-se que a correlação nos doentes ventilados foi menor do que nos doentes não ventilados e que foi substancialmente menor nos doentes com dilatação do VD.

In analysing the two variable categories, the CVP and the IVC index, using the chi-squared test gave a value < 0.001 . For a value of r the Pearson correlation test was 0.565 and the Spearman correlation was 0.592. This correlation is shown for the majority of the patients in the dispersion graph in Fig. 3. This figure shows that some patients with high IVC indexes had equally high CVPs.

Mechanical ventilation and the diameter of the RV influence the CVP. The correlations between these 2 parameters in these 2 groups of patients are shown in Table IV. It is seen that the correlation of the ventilated patients was less than in the non-ventilated patients and was markedly less in the patients with RV enlargement.

Quadro IV – Comparação entre as variáveis de análise da veia cava inferior e a pressão venosa central nos diferentes grupos de doentes estudados

Grupos de doentes	n	Pearson (χ^2)	Spearman (χ^2)	Valor de p
Doentes com dilatação do VD	78	0,39	0,38	0,003
Doentes ventilados	344	0,59	0,52	$< 0,001$
Doentes não ventilados	133	0,97	0,72	$< 0,001$

Legenda: VCImax – dimensão máxima da veia cava inferior; VCII – índice da veia cava inferior; Pearson e Spearman referem-se às correlações do teste de qui-quadrado.

Table IV – Comparison between the analysis variables of the inferior vena cava and the central venous pressure in the different patient groups studied

Patient groups	n	Pearson (χ^2)	Spearman (χ^2)	P value
Patients with RV enlargement	78	0.39	0.38	0.003
Ventilated patients	344	0.59	0.52	< 0.001
Non-ventilated patients	133	0.97	0.72	< 0.001

Legend: maxIVC – maximum diameter of inferior vena cava; IVCII – inferior vena cava index; Pearson and Spearman are the chi-squared test correlations.

AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO VENOSA CENTRAL POR ECOCARDIOGRAFIA EM CUIDADOS INTENSIVOS – PARTICULARIDADES NOS DOENTES COM DILATAÇÃO DO VENTRÍCULO DIREITO E EXACERBAÇÃO DE DOENÇA PULMONAR CRÓNICA

Paulo Marcelino, Alexandra Borba, Ana Paula Fernandes, Susan Marum, Nuno Germano, Mário G Lopes

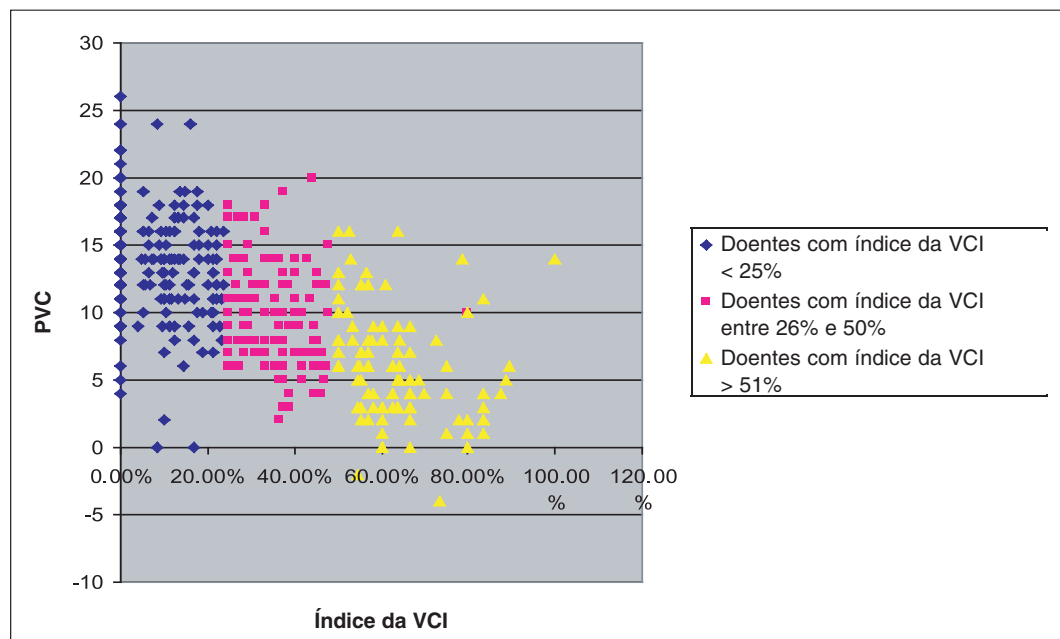


Fig. 3 – Gráfico de dispersão da PVC relativamente ao índice da VCI na totalidade dos doentes estudados

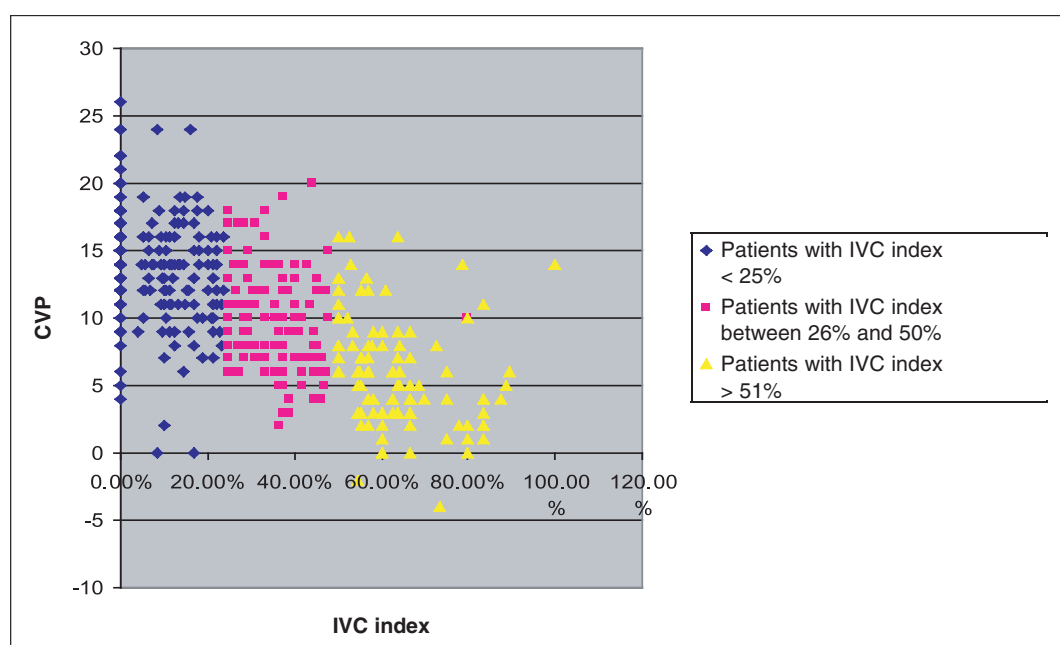


Fig. 3 – Graph of the dispersal of CVP relative to the IVC index in the total patient population

AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO VENOSA CENTRAL POR ECOCARDIOGRAFIA EM CUIDADOS INTENSIVOS – PARTICULARIDADES NOS DOENTES COM DILATAÇÃO DO VENTRÍCULO DIREITO E EXACERBAÇÃO DE DOENÇA PULMONAR CRÓNICA

Paulo Marcelino, Alexandra Borba, Ana Paula Fernandes, Susan Marum, Nuno Germano, Mário G Lopes

Verificou-se igualmente a correlação entre o índice da VCI e a PVC nos doentes admitidos por exacerbação de doença pulmonar crónica, que apresentaram uma elevada prevalência de dilatação do VD (35 de 63 doentes, 54%). Neste grupo de doentes apenas 5 apresentaram valores de PVC <7mmHg e 5 índice da VCI > 50%. Apesar de poucos doentes se apresentarem na faixa mais baixa de PVC (n=5) ou na mais elevada de índice da VCI (n=5), nota-se uma grande dispersão de valores neste intervalo (Fig. 4), denotando uma ausência de correlação entre estes dois parâmetros nesta faixa de valores (p não significativo).

Correlação entre a PVC e a dimensão máxima da VCI

Por teste não paramétrico de qui-quadrado, observou-se uma correlação estatisticamente significativa entre uma VCI dilatada (dimensão máxima > 20mm) e valores de PVC > 13mmHg, e uma VCI com dimensão inferior a 10mm e PVC < 7mmHg (Quadro V).

A correlation was also seen between the IVC index and the CVP in the patients admitted to hospital for worsening of chronic pulmonary disease. These had a greater rate of RV enlargement (35 out of the 63 patients, 54%). Out of this group of patients, only 5 had CVP values of <7mmHg and 5 had an IVC index of > 50%. While only a few patients fell into the lowest CVP band (n=5) or into the highest IVC index band (n=5), there was a great dispersion of values in this interval (Fig. 4), denoting an absence of correlation between these 2 parameters in this band of values (p non-significant).

Correlation between the CVP and the maximum diameter of the IVC

The non-parametric chi-squared test showed a statistically significant correlation between IVC enlargement (maximum diameter > 20mm) and CVP values > 13mmHg, and an IVC with a diameter less than 10mm and CVP < 7mmHg (Table V).

Quadro V – Comparação entre os valores de pressão venosa central e dimensão máxima da veia cava inferior na globalidade dos doentes

	n	Índice da VCI (%, média e dp)	PVC (média e dp)	Valor de p
Veia cava inferior > 20mm	131	13,8 ± 17,9 (0%-56%)	14,1 ± 4,5 (0-26)	< 0,001
Veia cava inferior < 10mm	42	60,2 ± 21,5 (10-80)	5,3 ± 3,3 (0-12)	< 0,001

Table V – Comparison between the central venous pressure values and maximum diameter of the inferior vena cava in the majority of patients

	n	IVC index (%, mean and sd)	CVP (mean and sd)	P value
Inferior vena cava > 20mm	131	13.8 ± 17.9(0%-56%)	14.1 ± 4.5 (0-26)	<0.001
Inferior vena cava <10mm	42	60.2 ± 21.5 (10-80)	5.3 ± 3.3 (0-12)	<0.001

AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO VENOSA CENTRAL POR ECOCARDIOGRAFIA EM CUIDADOS INTENSIVOS – PARTICULARIDADES NOS DOENTES COM DILATAÇÃO DO VENTRÍCULO DIREITO E EXACERBAÇÃO DE DOENÇA PULMONAR CRÔNICA

Paulo Marcelino, Alexandra Borba, Ana Paula Fernandes, Susan Marum, Nuno Germano, Mário G Lopes

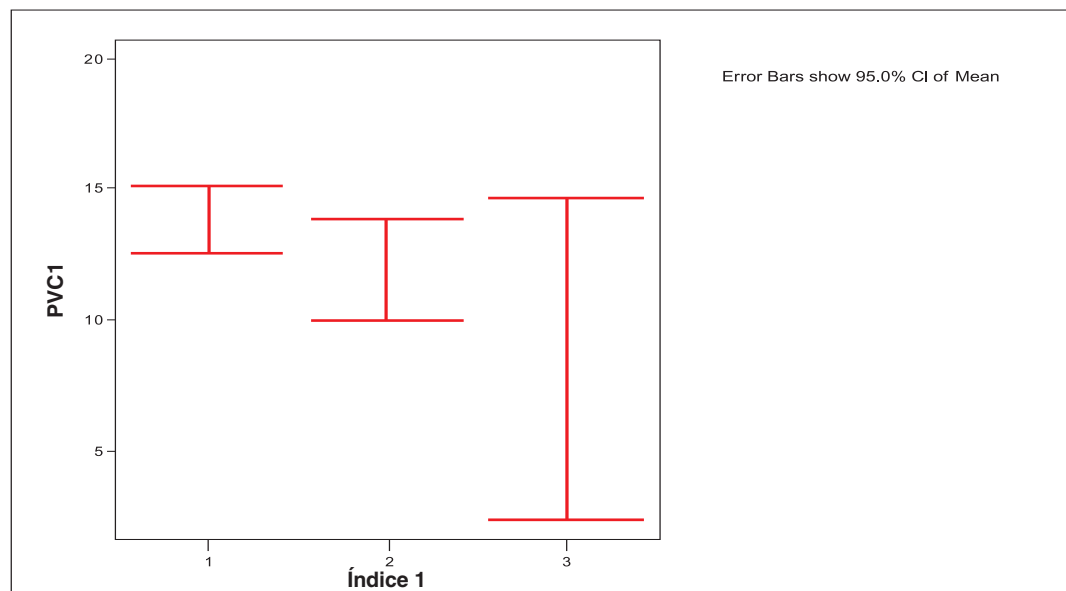


Fig. 4 – Gráfico de tipo *error bar* da correlação entre intervalos de índice da VCI e a PVC nos doentes admitidos por exacerbação de insuficiência respiratória crónica

Legenda: **Índice 1** – doentes com índice da veia cava inferior < 25%; **índice 2** – doentes com índice da veia cava inferior entre 26 e 50%; **índice 3** – doentes com índice da veia cava inferior > 51%

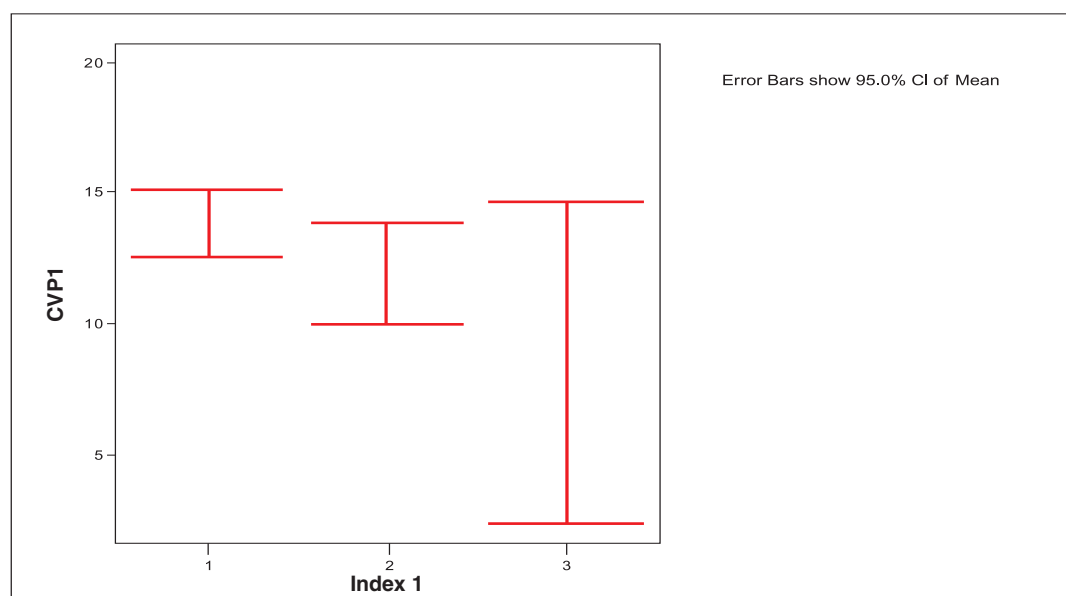


Fig. 4 – Graph of the error bar type of the correlation between the intervals of the IVC index and the CVP in patients admitted to hospital for worsening of chronic respiratory insufficiency disease

Legend: **Index 1** – patients with inferior vena cava index < 25%; **index 2** – patients with inferior vena cava index between 26 and 50%; **index 3** – patients with inferior vena cava index > 51%

AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO VENOSA CENTRAL POR ECOCARDIOGRAFIA EM CUIDADOS INTENSIVOS – PARTICULARIDADES NOS DOENTES COM DILATAÇÃO DO VENTRÍCULO DIREITO E EXACERBAÇÃO DE DOENÇA PULMONAR CRÓNICA

Paulo Marcelino, Alexandra Borba, Ana Paula Fernandes, Susan Marum, Nuno Germano, Mário G Lopes

Quadro VI – Análise da dimensão máxima da VCI e a PVC em doentes com dilatação do ventrículo direito

	n	VCI > 20mm (n e %)	VCI < 10mm (n e %)	PVC > 13mmHg (n e %)	PVC < 7mmHg (n e %)
Doentes com dilatação do VD	78	45 (57,7%)	7 (8,9%)	48 (61,5%)	4 (5,1%)

Table VI – Analysis of the maximum diameter of the IVC and the CVP in patients with right ventricle enlargement

	n	IVC > 20mm (n and %)	IVC < 10mm (n and %)	CVP > 13mmHg (n and %)	CVP < 7mmHg (n and %)
Patients with RV enlargement	78	45 (57.7%)	7 (8.9%)	48 (61.5%)	4 (5.1%)

Verificou-se que esta correlação se mantinha no conjunto de doentes ventilados e nos doentes com exacerbação de doença pulmonar crónica. Contudo, observou-se que os doentes com dilatação do VD apresentaram uma frequência de valores de dimensão da VCI <10mm mais baixa (n=7, 8,1%), enquanto 57,7% (n=45) apresentaram uma VCI > 20mm. Quatro destes doentes apresentaram PVC < 7mmHg (Quadro VI).

Outras correlações

Por análise de regressão linear com o índice da VCI e a dimensão máxima da VCI como variáveis dependentes, verificou-se que a dimensão máxima se correlacionou com a dilatação do VD e com o índice da VCI ($p < 0,001$ e $p = 0,03$, respectivamente), mas não se verificou qualquer relação entre o índice da VCI e os parâmetros ecocardiográficos referidos.

Discussão

Estudos prévios e principais achados

Não encontramos na literatura estudo semelhante realizado numa UCIP e com um número semelhante de doentes. Mesmo o estu-

It can be seen that this correlation is steady in the ventilated patient group and in the patients with worsening of chronic pulmonary disease. In addition, it was seen that the patients with RV enlargement had a frequency of IVC diameter values <10mm lower (n=7.8.1%) while 57.7% (n=45) had an IVC of > 20mm. Four of these patients had CVP of <7mmHg (Table VI).

Other correlations

To analyse the linear regression with the IVC index and the maximum diameter of the IVC as dependant variables, it is seen that the maximum diameter correlates with the enlarged RV and with the IVC index ($p < 0.001$ and $p = 0.03$ respectively). No relation was seen between the IVC index and the abovementioned echocardiograph parameters, however.

Discussion

Earlier studies and main findings

We could find no comparable earlier study carried out in a PICU and with a similar number of patients. Even the Jue *et al* study

do de Jue e col incluiu apenas 49 doentes ventilados, nos quais não foram avaliadas a influência de determinados parâmetros ecocardiográficos, em particular a dilatação do VD ou a presença de doença pulmonar crónica.

Observámos uma fraca correlação linear entre estas variáveis, já descrita na literatura¹⁸, mas uma possibilidade de aferir qualitativamente a PVC por ETT, em especial nos seus valores extremos.

Deparamos com duas dificuldades principais relativamente à obtenção de dados. A primeira tem a ver com a dificuldade na visualização da VCI, que na sua maioria se deveu à presença de pensos abdominais nos doentes cirúrgicos, inviabilizando um conjunto de exames. Ainda nestes doentes, a presença de líquido intra-abdominal de natureza diversa (inflamatória ou não) e a interposição de ansas intestinais dificultaram a visualização de estruturas intrabdominais, entre as quais a veia cava inferior. Contudo, o sucesso alcançado parece significativo, pois mais de 80% dos doentes puderam ser avaliados. Este sucesso parece-nos ser de valorizar na perspectiva de uma possível utilização sistemática da avaliação da VCI neste grupo particular de doentes.

Por outro lado, em alguns doentes, observou-se um conflito assinalável entre os dados da PVC e da VCI, uma vez que em alguns obtivemos valores baixos de PVC e valores elevados de índice da VCI. Este conflito não comprometeu a correlação geral, que se manteve significativa para a generalidade dos doentes, em especial por análise estatística com métodos não paramétricos, reforçando aliás o carácter essencialmente qualitativo da informação obtida por ETT. Podemos apontar diversas causas para este facto. Apesar do cuidado observado com a visualização do posicionamento dos cateteres centrais utilizados para determinação da PVC e do cui-

population only had 49 ventilated patients and of these, the influence of determined echocardiograph parameters, in particular RV enlargement or the presence of chronic pulmonary disease, were not evaluated.

We saw a weak linear correlation between these variables, as has already been seen in earlier studies¹⁸, but there was the chance of measuring the CVP qualitatively by TTE, particularly its most extreme values.

There were two main difficulties inherent in obtaining these data. The first had to do with the difficulty of visualising the IVC, which was largely due to the surgery patients having abdominal plasters which made it impossible to carry out certain exams. Intrabdominal liquid (inflammatory or non-inflammatory) in these surgery patients and the interposition of intestinal ansas made it hard to visualise the intrabdominal structures, one of which is the inferior vena cava. This notwithstanding, the success achieved seems significant in that it was possible to evaluate over 80% of these patients. We feel this success makes it possible to evaluate the ICV of this particular group of patients in a systemic way.

On the other hand, a marked conflict was seen in some patients between the CVP and IVC data, in that we obtained low CVP values and high ICV index values in some patients. This division did not compromise the general correlation which remained significant for the majority of patients, in particular for a statistical analysis with non-parametric methods. This served to strengthen the essentially qualitative character of the information gleaned through TTE. There are several causes for this. Despite the care taken with visualising the positioning of the central catheters used for determining the CVP and the care taken

dado na medição deste parâmetro, não é possível aferir o local exacto da medição, ao contrário do que é possível por ETT. Por outro lado, sendo a PVC um parâmetro de pressão, pode não relacionar-se de forma perfeita com a volemia¹⁹. Na determinação dos parâmetros da VCI, sendo um vaso distensível, participam não só a volémia do doente, mas também repercute a pressão da circulação pulmonar. Se em condições normais esta é uma circulação de baixa pressão, em condições patológicas esta relação pode alterar-se, e a VCI nestes casos reflecte mais a sobrecarga de pressão do que a volemia. Observámos que, quer a PVC quer os parâmetros de análise da VCI, se modificaram no mesmo sentido (ou seja, a uma maior PVC corresponde um menor índice da VCI) nos doentes com maior probabilidade de apresentar alterações da pressão da circulação pulmonar (doentes ventilados ou com dilatação do VD). De qualquer das formas, a presença de uma pressão aumentada na circulação pulmonar afectou a qualidade da correlação entre estes dois parâmetros.

Avaliação dos dados na perspectiva clínica

Verificou-se que os doentes com dilatação do VD mostraram uma relação mais fraca na apreciação qualitativa da PVC através da dimensão máxima da VCI. Este dado vem de encontro às descrições da literatura e podemos inferir que nestas condições a análise da VCI reflecte preferencialmente a condição de sobrecarga crónica das cavidades direitas. Como a população de doentes com exacerbação de doença pulmonar crónica é especialmente afectada pela dilatação do VD (54% no nosso estudo), não é de estranhar que neste grupo de doentes as conclusões sejam similares.

in measuring this parameter, it was not possible to evaluate the exact location of the measurement, unlike that which is made possible by TTE. On the other hand, as CVP is a pressure parameter it cannot be perfectly related with volemia¹⁹. In determining the IVC parameters, as the IVC is a vein which distends, it is not only a part of the patient's volemia, but also rebounds pressure to the pulmonary circulation. If under normal conditions this is the low pressure circulation, under pathological conditions this relationship can change and in these cases it is the IVC rather than the volemia which better mirrors the overload of pressure.

We saw that both the CVP and the parameters used to measure the IVC changed in the same way (or rather a greater CVP corresponds to a lower IVC index) in the patients more likely to show changes in the pulmonary circulation pressure, i.e. ventilated patients or patients with RV enlargement. Whatever the case, elevated pulmonary circulation pressure impacts on the correlation quality of these 2 parameters.

A clinical perspective evaluation of the data

Patients with RV enlargement show a weaker relationship in the qualitative appreciation of the CVP through the maximum diameter of the IVC. These data come from earlier studies made and from them we can infer that under these conditions an analysis of the IVC preferentially reflects the chronic overload condition of the right cavities. As the patient population with worsened chronic pulmonary disease is essentially affected by RV enlargement (54% in our study), it is not strange that the conclusion should be similar in this group of patients.

Contudo, esta sobrecarga pode igualmente reflectir-se na própria PVC, como se verifica por análise de regressão linear, na qual a dilatação do VD (e da AD) influenciou fortemente a PVC, embora sem atingir significado estatístico. Este dado, aliado ao facto de que apenas 5,1% (4 de 78 doentes) com dilatação do VD apresentou valores de PVC inferiores a 7mmHg, pode sugerir-nos que estes dois parâmetros, entre si correlacionados, são pouco úteis para detectar situações de baixa pressão, sugestivas de hipovolemia.

Uma situação de sobrecarga crónica fisiológica da circulação pulmonar foi verificada em atletas de alta competição. Num estudo feito em atletas e nadadores de competição, sujeitos a sobrecarga direita crónica pelo esforço físico e respectiva sobrecarga na circulação pulmonar, os autores descreveram uma dimensão máxima da VCI aumentada mas com valores do respectivo índice superiores a 50%, próximo dos valores normais descritos para indivíduos normais^{11,20}. Sugere-se, assim, que a sobrecarga crónica altera fundamentalmente a dimensão máxima da VCI e o índice da VCI reflecte mais o estado actual de volemia, com uma melhor aproximação por análise de correlação ao valor de PVC. Esta afirmação é bem fundamentada no estudo presente, onde se verificou uma correlação entre a dimensão máxima da VCI e a dilatação das cavidades direitas, o mesmo não se verificando para o índice da VCI.

Mas convém destacar que a análise da VCI mantém o seu valor para identificar valores elevados de PVC nestes doentes. Este facto parece-nos importante, uma vez que a detecção de situações de hipovolemia é importante para diagnósticos diferenciais ou para preparar os doentes durante o desmame ventilatório.

Additionally, this overload can equally be reflected in the CVP itself, as the linear regression analysis shows, in which the RV (and the RA) enlargement impacts strongly on the CVP, although it does not reach statistical significance. This fact, taken together with the fact that only 5.1% (4 out of the 78 patients) with RV enlargement show CVP values below 7mmHg, could suggest that these 2 parameters, correlated in themselves, are not very useful for detecting low pressure situations suggestive of hypovolemia.

A chronic physiological overload of the pulmonary circulation has been seen in highly trained athletes. The authors of a study into competition athletes and swimmers subject to chronic right overload and respective pulmonary circulation overload caused by physical effort describe an increased maximum IVC diameter but with the respective index values above 50%, close to normal values seen in normal individuals^{11,20}. This suggests that a chronic overload fundamentally alters the maximum diameter of the IVC and the IVC index reflects better the actual state of volemia, with a close approximation by correlation analysis to the CVP index. Our study corroborates this idea. Our study shows a correlation between the maximum diameter of the IVC and the enlargement of the right cavities. This is not true of the IVC index.

It is important to highlight that the analysis of the IVC maintains its value of identifying the raised CVP values of these patients. This fact strikes us as important in that detecting incidences of hypovolemia is crucial for differential diagnoses or for preparing patients during weaning from ventilation.

A presença de ventilação mecânica altera a fisiologia respiratória, modificando a correlação de pressões intratorácicas. No conjunto de doentes não ventilados, verificámos que as dimensões da VCI foram idênticas às dos doentes ventilados, mas o índice da VCI foi maior e a PVC mais baixa (em média 20%). O grau de correlação entre valores categóricos de PVC e do índice da VCI foram superiores nos doentes não ventilados. Para analisar estes dados temos de ter em conta que muitos dos doentes ventilados apresentavam concomitantemente as alterações cardíacas identificadas, em particular os doentes com dilatação do VD. Por outro lado, verifica-se igualmente que apenas 9 destes doentes apresentaram valores de PVC inferiores a 7mmHg, pelo que se pode aplicar o raciocínio exposto sobre a possibilidade de diagnosticar situações típicas de baixa pressão nestes doentes com estes métodos (invasivo e não invasivo). A presença concomitante de ventilação mecânica e dilatação do VD não foi explorada, mas pode revelar-se uma associação na qual estes dados podem ser ainda mais exacerbados. Os doentes ventilados com exacerbação de insuficiência respiratória crónica podem ser especialmente visados.

Os dados de Doppler podem ser correlacionados com diversos parâmetros de preenchimento intravascular. No nosso estudo, a relação E/A mitral e o TRIV não foram parâmetros correlacionáveis com a PVC. Convém assinalar que estes parâmetros são obtidos ao nível do VE, e a PVC é um parâmetro de enchimento do ventrículo direito. A utilidade prática destes parâmetros pode ser questionada, pois alterações de ritmo e frequência cardíaca podem modificá-los de forma significativa ou inviabilizar a sua determinação.

The presence of mechanical ventilation changes the respiratory physiology, altering the correlation of intrathoracic pressures. In the non-ventilated patient group, we saw that the IVC diameters were identical to those of the ventilated patients, but the IVC index was greater and the CVP lower (on average 20%). The degree of correlation between the CVP categorical variables and the IVC index was higher in the non-ventilated patients. To analyse these data, we have to bear in mind that many ventilated patients have concomitant cardiac alterations identified, in particular the patients with RV enlargement. Conversely, equally only 9 of these patients had CVP values lower than 7mmHg, meaning that the abovementioned rationale about the possibility of diagnosing typical low pressure situations in these patients with these methods (invasively and non-invasively) can be applied. The concomitant presence of mechanical ventilation and RV enlargement has not been explored, but it may reveal an association in which these data could be further heightened. The ventilated patients with worsening of chronic respiratory insufficiency could be particularly targeted.

The Doppler data can be correlated with the various intravascular filling parameters. In our study, the mitral E/A relationship and the TRIV were not correlational parameters with the CVP. It should be stressed that these parameters are obtained at the level of the LV and the CVP is a filling parameter of the right ventricle. The practical use of these parameters can be questioned, as alterations in the cardiac rhythm and rate can change significantly or make their measurement invalid.

Implicações clínicas e conclusão

A análise da VCI por ETT (índice da VCI e dimensão máxima) revelou-se útil na avaliação não invasiva da PVC em doentes admitidos numa UCIP.

O parâmetro que melhor se correlacionou com a PVC foi o índice da VCI, em especial nos doentes não ventilados.

Notámos que a presença de um VD dilatado e, nos doentes admitidos por exacerbação de doença pulmonar crónica, as correlações entre o índice da VCI e a PVC foram alteradas para valores baixos de PVC. A existência de patologias que condicionam sobrecarga crónica nas cavidades direitas pode alterar a fiabilidade diagnóstica destes métodos para detectar situações de hipovolemia.

Se, na UCIP onde decorreu o estudo, 63 (13,2%) doentes apresentavam exacerbação de doença pulmonar crónica, nas UCI dedicadas a doentes respiratórios pode existir uma prevalência mais significativa destes doentes e de dilatação do VD.

Por outro lado, a análise da VCI pode identificar estados de maior volemia em todos os doentes, incluindo nos doentes com exacerbação de doença pulmonar crónica e dilatação do VD, permitindo assim detectar situações de hipervolemia, importantes para situações críticas, como, por exemplo, desmame ventilatório.

Clinical implications and conclusion

Using TTE to analyse the IVC (IVC index and maximum diameter) proves useful in the non-invasive evaluation of CVP in patients admitted to a PICU.

The parameter which better correlated with the CVP was the IVC index, especially in non-ventilated patients.

We noted that a RV enlargement and in the patients admitted for worsening of chronic pulmonary disease, the correlations between the IVC index and the CVP were altered by the low CVP values. The existence of pathologies which impact on chronic overload of the right cavities can change the diagnostic viability of these methods in detecting incidences of hypovolemia.

If in the PICU in which the study was carried out 63 (13.2%) patients had worsening of chronic pulmonary disease, there could be a much more significant rate of these patients and RV enlargement in ICUs for respiratory patients.

Conversely, analysing IVC can identify states of major volemia in all the patients, including the patients with worsening of chronic pulmonary disease and RV enlargement, allowing in this way the detection of incidences of hypervolemia, important in critical situations such as ventilatory weaning.

O parâmetro que melhor se correlacionou com a PVC foi o índice da VCI

A análise da VCI pode identificar estados de maior volemia em todos os doentes

Bibliografia/Bibliography

1. Forrester J, Diamond G, Mc Hugh TJ, *et al.* Filling pressures in the right and left sides of the heart in acute myocardial infarction: a reappraisal of central venous pressure. *N Eng J Med* 1971; 285:190-193.
2. Magder S. More respect for CVP. *Intensive Care Med* 1998; 24:651-653.
3. Paul L Marino. Hemodynamic monitoring. Tissue oxygenation. In: Paul L Marino, editor. *The ICU Book*. William & Wilkins, 1997: 190.
4. Rivers E, Bryant Nguyen, Havstad S, *et al.* Early goal-oriented therapy in the treatment of severe sepsis and septic shock. *N Eng J Med* 2001; 345:1368-1377.
5. The ARDS Clinical Trials Network. Pulmonary-artery versus central venous catheter to guide treatment of acute lung injury. *N Eng J Med* 2006;(NEJMMoa061895).
6. Marcelino P, Marum S, Fernandes AP, Ribeiro JP. Non invasive evaluation of Central Venous Pressure by echocardiography. *Rev Port Cardiol* 2002; 21:125-133.

AVALIAÇÃO NÃO INVASIVA DA PRESSÃO VENOSA CENTRAL POR ECOCARDIOGRAFIA EM CUIDADOS INTENSIVOS – PARTICULARIDADES NOS DOENTES COM DILATAÇÃO DO VENTRÍCULO DIREITO E EXACERBAÇÃO DE DOENÇA PULMONAR CRÔNICA

Paulo Marcelino, Alexandra Borba, Ana Paula Fernandes, Susan Marum, Nuno Germano, Mário G Lopes

7. Kircher B, Himelman RB, Schiller NB. Noninvasive estimation of right atrial pressure from the inspiratory collapse of the inferior vena cava. *Am J Cardiol* 1990; 66:493-496.
8. Moreno F, Hagan AD, Holmen JR, Pryor TA, Strickland RD, Castle H. Evaluation of Size and Dynamics of Inferior Vena Cava as an Index of Right Sided Cardiac Function. *Am J Cardiol* 1984; 53:579-585.
9. Ando Y, Yanagiba S, Asano Y. The inferior vena cava diameter as a marker of dry weight in chronic hemodialyzed patients. *Artif Organs* 1995; 19:1237-1242.
10. Mandelbaum A, Ritz E. Vena cava diameter measurement for estimation of dry weight in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant* 1996; 11:S24-S27.
11. Minutiello L. Non-invasive evaluation of central venous pressure derived from respiratory variations in the diameter of the inferior vena cava. *Minerva Cardioangiol* 1993; 41:433-437.
12. Yanagiba S, Ando Y, Kusano E, Asano Y. Utility of the inferior vena cava diameter as a marker of dry weight in nonoliguric hemodialyzed patients. *ASAIO J* 2001; 47:528-532.
13. Jardin F, Vieillard-Baron A. Ultrasonographic examination of the venae cavae. *Intensive Care Med* 2006; 32:203-206.
14. Jue J, Chung W, Schiller NB. Does inferior vena cava size predict right atrial pressure in patients receiving mechanical ventilation? *J Am Soc Echocardiogr* 1992; 5:613-619.
15. Jacobson B. *Medicine and Clinical Engineering*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice-Hall, 1977.
16. Marcelino P, Germano N, Grilo A, Flora L, Marum S, Fernandes AP *et al*. Linfopénia em doentes submetidos a ventilação mecânica por exacerbação de insuficiência respiratória crónica: estudo prospetivo. *Rev Port Pneumol* 2004; 10:373-381.
17. Marcelino P, Germano N, Nunes AP, Flora L, Moleiro A, Marum S *et al*. Determinantes cardíacas do tempo de ventilação mecânica e mortalidade de doentes com insuficiência respiratória crónica exacerbada. A importância dos parâmetros ecocardiográficos. *Rev Port Pneumol* 2006; 12:131-146.
18. Baumann UA, Marquis C, Stoupis C, Willenberg TA, Takala J, Jacob SM. Estimation of central venous pressure by ultrasound. *Resuscitation* 2005; 64:193-199.
19. Marcelino P, Frade F, Marum S, Fernandes AP, Ribeiro JP, Lopes MG. Cardiac Doppler variation with volume status changes in General Intensive Care. *Rev Port Cardiol* 2004; 23:183-196.
20. Minutiello L. Value of the vena cava index in healthy young subjects. *Echocardiography study*. *Minerva Cardioangiol* 1994; 42:229-232.